

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-107179

(43)Date of publication of application : 17.04.2001

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/42

C22C 38/54

C22C 38/58

(21)Application number : 11-290458

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 13.10.1999

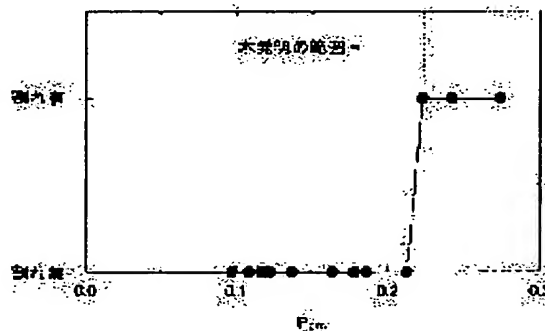
(72)Inventor : KIMURA HIDETO
SHOMURA KATSUMI
WADA NORIMI

(54) CORROSION RESISTANT STEEL FOR OIL LOADING TANK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide steel for an oil loading tank excellent in weld cracking resistance and corrosion resistance.

SOLUTION: This corrosion resistant steel for an oil loading tank has a composition containing, by weight, $\leq 0.12\%$ C, $\leq 1.5\%$ Si, 0.2 to 3% Mn, 0.04 to 0.1% P, $\leq 0.005\%$ S, 0.1 to 0.4% Cu, 0.05 to 0.4% Ni, 0.3 to 4% Cr and 0.2 to 0.8% Al, and the balance substantially Fe and also satisfying the inequality (1): $P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \dots (1)$.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-107179

(P2001-107179A)

(43) 公開日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 F
38/42		38/42	
38/54		38/54	
38/58		38/58	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-290458

(22) 出願日 平成11年10月13日 (1999. 10. 13)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 木村 秀途

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 正村 克身

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 和田 典巳

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100097272

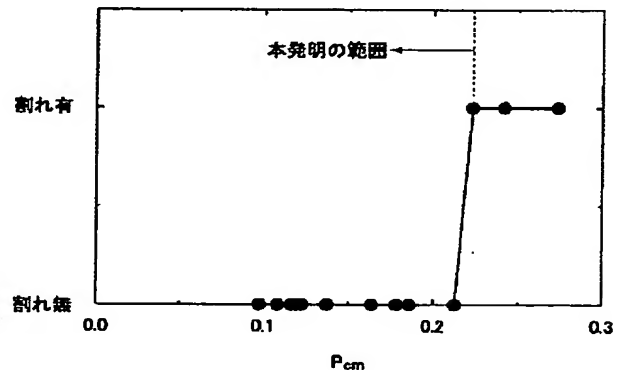
弁理士 高野 茂

(54) 【発明の名称】 荷油タンク用耐蝕鋼

(57) 【要約】

【課題】 耐溶接割れ性、耐蝕性に優れた荷油タンク用鋼を提供する。

【解決手段】 重量%でC: 0. 12%以下、Si: 1. 5%以下、Mn: 0. 2~3%、P: 0. 04~0. 1%、S: 0. 005%以下、Cu: 0. 1~0. 4%、Ni: 0. 05~0. 4%、Cr: 0. 3~4%、Al: 0. 2~0. 8%を含有し、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0. 22 \quad \cdots (1)$$


【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C：0.12%以下、Si：1.5%以下、Mn：0.2～3%、P：0.04～0.1%、S：0.005%以下、Cu：0.1～0.4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～4%、Al：0.2～0.8%を含有し、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【請求項2】 重量%で、C：0.12%以下、Si：1.5%以下、Mn：0.2～3%、P：0.04～0.1%、S：0.005%以下、Cu：0.1～0.4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～4%、Al：0.2～0.8%を含有し、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【請求項3】 重量%で、C：0.12%以下、Si：1.5%以下、Mn：0.2～3%、P：0.04～0.1%、S：0.005%以下、Cu：0.1～0.4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～4%、Al：0.2～0.8%を含有し、Nb：0.05～0.1%以下、V：0.12%以下、Ti：0.1%以下、Mo：0.5%以下の1種または2種以上、B：0.01%以下(0%の場合を含む)を含み、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は耐蝕性に優れた荷油タンク用鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】 国際海事機構での規則により新規に建造されるタンカーは海難事故時の油漏れによる海洋汚染を防止する観点より二重船殻(ダブルハル)構造を採用するように義務づけられている。ダブルハル区画はバラストタンクとして使用され荷油タンクを保護する構造となっている。バラストタンクは海水環境と湿潤高温環境が繰り返されるために、これに使用される鋼材には海水腐食と飛沫帯環境での腐食、又結露環境腐食に耐えることが要求される。又、海水に常時浸かっていないバラストタンク上部やデッキプレート裏面についても同様である。これらに適した鋼材として、特開平7-267182号公報では、Cu-P、Cu-Cr、Cu-P-Cr系鋼材が優れた耐蝕性を示すことが開示されている。又、特開平7-310141号公報、特開平8-246048号公報では、いずれも1～3Wt.%程度のCrを含有する耐蝕鋼が有効であると開示されている。一方、油を満載する荷油タンクに使用される鋼材については、大きな腐食の問題は報告されていなかったが、最近のタンカー、特にVLCCと呼ばれる大型タンカーで荷油タンク内面に著しい腐食が発見される例があり、新たな腐食課題としてクローズアップしている。

【0003】

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【0007】 (2) 重量%で、C：0.12%以下、Si：1.5%以下、Mn：0.2～3%、P：0.04～0.1%、S：0.005%以下、Cu：0.1～0.4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～

* 4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～4%、Al：0.2～0.8%を含有し、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

※ %、Al：0.2～0.8%を含有し、B：0.01%以下を含み、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

★ %以下、V：0.12%以下、Ti：0.1%以下、Mo：0.5%以下の1種または2種以上、B：0.01%以下(0%の場合を含む)を含み、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼。

20☆ 【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような問題に鑑みなされたもので、荷油タンク及び荷油タンク該当部分のデッキプレートの腐食防止に有効な鋼材を提供するものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、発明者らは、荷油タンクに使用される鋼材に作用する腐食環境を詳細に調査した結果、原油からの揮発成分による爆発防止のために荷油タンク内に導入されている原動機排ガスが荷油タンク腐食の原因物質であることを突き止めた。即ち、原動機排ガスには酸素、窒素の他に、相当量のCO₂、SO_x等の腐食性ガスが含まれており、これらに関連した酸露点腐食等を考慮する必要がある事を明らかにした。

【0005】 このような観点から、荷油タンクで有効な耐蝕鋼の成分を鋭意検討し、上記腐食雰囲気で十分な耐食性を示すのみならず、機械的性質、溶接性等とのバランスに優れた荷油タンク用耐蝕鋼を発明したものである。

【0006】 本発明は、

(1) 重量%で、C：0.12%以下、Si：1.5%以下、Mn：0.2～3%、P：0.04～0.1%、S：0.005%以下、Cu：0.1～0.4%、Ni：0.05～0.4%、Cr：0.3～4%、Al：0.2～0.8%を含有し、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼を提供する。

☆

4%、Al:0.2~0.8%を含有し、B:0.01%以下を含み、残部実質的にFeからなり、且つ式

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【0008】(3)重量%で、C:0.12%以下、Si:1.5%以下、Mn:0.2~3%、P:0.04~0.1%、S:0.005%以下、Cu:0.1~0.4%、Ni:0.05~0.4%、Cr:0.3~4%、Al:0.2~0.8%を含有し、Nb:0.0%

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る鋼の成分組成について説明する。

(成分組成)

【0010】C:0.12%以下とする。Cは強度を確保するための必須元素であるが、0.12%を超えると溶接性、耐蝕性が劣化する。従って、C量は0.12%以下とする。なお、C添加による効果を適切に得るためには、0.03%以上とするのがよい。Si:1.5%以下とする。Siは脱酸材として用いられるが、1.5%を超えると溶接作業性が低下する。従ってSi量は1.5%以下とする。

【0011】Mn:0.2~3%とする。Mnは鋼の強度と靱性の向上に有効な元素であるが、0.2%未満では十分な効果が得られず、3%を超えると溶接特性が劣化する。従ってMn量を0.2~3%とする。また、上記観点からして、より好ましくは、0.3%~0.6%である。

【0012】P:0.04~0.1%とする。Pは本発明の特徴的な元素であって適量のCuとの共存下において耐食性を著しく向上させる効果がある。0.04%未満では十分な効果が得られず、0.1%を超えると溶接時に高温割れが顕著に発生するのでP量は0.04~0.1%とする。

【0013】S:0.005%以下とする。Sは熱間加工特性の低下や材質の劣化を引き起こすので、0.005%以下とする。

【0014】Al:0.2~0.8%とする。Alは本発明の特徴的な元素であり、0.2%以上添加することにより耐蝕性が著しく向上する。しかし、0.8%を超えると溶接時にスラグが多量に発生し溶接作業性を顕著に低下させるので、Al量は0.2~0.8%とする。また、上記観点からして、より好ましくは、0.2~0.4%である。

【0015】Cu:0.1~0.4%とする。CuはPとの共存によって耐蝕性が著しく向上するが、0.1%未満では顕著な効果が得られず、0.4%を超えると溶接時に高温割れが顕著に発生するのでCu量は0.1~0.4%とする。また、上記観点からして、より好まし

* (1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼を提供する。

※5%以下、V:0.12%以下、Ti:0.1%以下、Mo:0.5%以下の1種または2種以上、B:0.01%以下(0%の場合を含む)を含み、残部実質的にFeからなり、且つ式(1)を満足することを特徴とする荷油タンク用耐蝕鋼を提供する。

くは、0.2~0.4%である。

【0016】Cr:0.3~4%とする。Crは炭酸ガス腐食に有効な元素であることが知られているが、排気ガス腐食雰囲気下でも一定の耐蝕効果が得られる元素である。0.3%未満ではその効果が顕著でなく4%を超えると溶接時に低温割れ防止のために予熱、後熱が必要となり、溶接作業性が低下する。従って、Cr量は0.3~4%とする。また、上記観点からして、より好ましくは、0.3~0.6%である。

【0017】Ni:0.05~0.4%とする。Niは高価な元素であるが、耐蝕性向上に有効な元素であり、又Cuによる溶接割れを抑制する効果をもつ。0.05%未満ではその効果が小さく0.4%を超えると上記効果が飽和し且つ、高価な元素であるので経済性も損なわれるためNi量は0.05~0.4%とする。また、上記観点からして、より好ましくは、0.1~0.4%である。

【0018】Nb:0.05%以下、V:0.12%以下、Ti:0.1%以下とする。Nb、V、Tiのいずれの元素も鋼中炭素と結合して炭化物を形成し、溶接特性に及ぼす炭素の影響を低下させることができるので、一定量の添加が有効であり、これらの1種又は2種以上を添加する。しかし、Nbは0.05%を、Vは0.12%を、Tiは0.1%を超えると、炭化物を多量に析出し、溶接時に割れを生じ易くなるので、Nbは0.05%以下(但し、無添加の場合を含む)、Vは0.12%以下(但し、無添加の場合を含む)、Tiは0.1%以下(但し、無添加の場合を含む)とする。また、上記観点からして、Nbは0.04%以下、Vは0.08%以下、Tiは0.02%以下がより好ましい。なお、各元素の添加による効果を適切に得るには、Nbは0.02%以上、Vは0.01%以上、Tiは0.01%以上とするのがよい。

【0019】Mo:0.5%以下とする。Moは鋼の強度特性の向上に有効な元素であるが、0.5%を超えると溶接特性を劣化させるので、0.5%以下(但し、無添加の場合を含む)とする。なお、Mo添加による効果を適切に得るためには0.2%以上とするのがよい。

【0020】B:0.01%以下とする。Bは熱間加工

特性向上に有効な元素であるが、0.01%を超えると溶接時に高温割れ発生頻度が高くなるので、0.01%以下（但し、無添加の場合を含む）とする。また、上記観点からして、Bは0.003%以下がより好ましい。なお、Bの効果を適切に得るためには0.001%以上とするのがよい。P_{cm}: 0.22以下とする。 *

$$P_{cm} = [\%C] + [\%Si]/30 + [\%Mn]/20 + [\%Cu]/20 + [\%Ni]/60 + [\%Cr]/20 + [\%Mo]/15 + [\%V]/10 + 5[\%B] \leq 0.22 \quad \cdots (1)$$

【0022】尚、本発明の鋼材は実質的に上記成分とFeとからなり、従って、不可避免の不純物等の他の元素が本発明の効果を損なわない限度で微量含まれることは妨げない。

【0023】

【実施例】以下に本発明の具体的実施例について説明する。

【0024】表1に示す成分組成を有する供試鋼を150Kg真空誘導溶解炉で溶解し、真空鑄造により25Kgインゴットとした後、1200℃に加熱し熱間で板圧延を行い25mm厚に仕上げた。当該板厚の板材より溶接高温割れ性評価用試験材を採取した。耐蝕性評価用試験材は上記25mm板材を1180℃に再加熱後熱間圧延にて6mm厚材に仕上げることににより採取した。

【0025】主たる評価試験は以下の方法によった。

（溶接高温割れ性評価試験）溶接高温割れ性評価試験は25mm厚の板材に15mm深さのV溝を切り、サブマージアーク溶接にて溶接ビードを置いて冷却後に、溶着金属部の割れの有無を確認することにより行った。溶材は市販の強度50キロ級ワイヤを用いて電圧40V、電流600A、溶接速度50cm/分にて溶接を行い、割れの有無はX線透過法によって検出した。また、スラグ

* 【0021】上記したように各元素の添加範囲を制限しても成分元素の組み合わせにより下記式（1）に示すP_{cm}（溶接割れ感受性組成）値が0.22を超えると溶接時に著しく低温割れを生じ易くなるので、P_{cm}値は0.22以下とする。

の発生等による溶接ビードの乱れやスラグの多量発生によるガウジング処理作業の発生の有無等により溶接作業性の良、不良についても評価した。

【0026】（溶接時の低温割れ感受性評価試験）JIS Z3158に規定される斜めY形溶接割れ試験を行い、鋼板冷却後の割れの有無により溶接時の低温割れ感受性を評価した。

【0027】（耐蝕性評価試験）耐蝕性評価試験は6mm厚の板材より6mm X 25mm X 45mmサイズの腐食試験片を採取し、荷油タンク内の腐食環境条件をシミュレーションした雰囲気と温度サイクル中に暴露後、腐食減量を測定し腐食速度を算出した。具体的には10%CO₂、8%O₂、0.02%SO_x、残部N₂からなる混合ガスを過飽和水蒸気圧の下に充填させた雰囲気中に暴露された試験片にヒータと冷却装置によって20℃/60℃の繰り返し温度サイクルを付与して、結露水による腐食をシミュレーションできるようにした。

【0028】次に、表1に本発明鋼の、表2に比較鋼の成分組成及び特性評価結果を示す。

【0029】

【表1】

No.	C	Si	Mn	P	S	Al	T.N	Cu	Cr	Ni	Nb	V	B	Ti	Mo	Pcm	高温割れ 有/無	低温割れ 有/無	溶接作業性 良/不良	腐食速度 mm/年	備考
1	0.06	0.29	0.36	0.041	0.002	0.31	0.005	0.33	0.52	0.28	-	-	-	-	-	0.135	無	無	良	0.15	本発明
2	0.12	0.30	0.51	0.040	0.002	0.28	0.006	0.31	0.54	0.29	-	-	-	-	-	0.203	無	無	良	0.24	本発明
3	0.07	1.28	0.50	0.041	0.001	0.29	0.004	0.35	0.45	0.28	-	-	-	-	-	0.182	無	無	良	0.28	本発明
4	0.07	0.29	1.41	0.042	0.002	0.24	0.003	0.36	0.49	0.27	-	-	-	-	-	0.197	無	無	良	0.17	本発明
5	0.06	0.31	0.49	0.082	0.002	0.33	0.001	0.31	0.50	0.24	-	-	-	-	-	0.139	無	無	良	0.11	本発明
6	0.05	0.32	0.38	0.044	0.001	0.80	0.001	0.34	0.53	0.24	-	-	-	-	-	0.127	無	無	良	0.13	本発明
7	0.06	0.31	0.45	0.043	0.001	0.30	0.002	0.11	0.52	0.06	-	-	-	-	-	0.125	無	無	良	0.35	本発明
8	0.07	0.42	0.46	0.041	0.002	0.32	0.008	0.38	0.50	0.37	-	-	-	-	-	0.157	無	無	良	0.12	本発明
9	0.05	0.29	0.42	0.041	0.003	0.25	0.006	0.30	0.31	0.17	-	-	-	-	-	0.114	無	無	良	0.31	本発明
10	0.03	0.02	0.24	0.042	0.002	0.29	0.006	0.12	0.37	0.06	-	-	-	-	-	0.223	無	無	良	0.04	本発明
11	0.06	0.30	0.37	0.048	0.003	0.26	0.004	0.33	0.49	0.19	0.03	-	-	-	-	0.133	無	無	良	0.17	本発明
12	0.05	0.30	0.36	0.044	0.001	0.23	0.007	0.36	0.48	0.27	-	0.05	-	-	-	0.130	無	無	良	0.19	本発明
13	0.06	0.27	0.39	0.040	0.001	0.33	0.005	0.34	0.44	0.26	-	-	0.002	-	-	0.142	無	無	良	0.20	本発明
14	0.05	0.29	0.44	0.045	0.002	0.28	0.008	0.26	0.56	0.12	-	-	-	0.02	-	0.125	無	無	良	0.19	本発明
15	0.07	0.28	0.40	0.041	0.002	0.24	0.003	0.15	0.52	0.11	-	-	-	-	0.42	0.163	無	無	良	0.24	本発明
16	0.07	0.29	0.30	0.042	0.002	0.37	0.001	0.17	0.39	0.14	0.03	0.05	-	-	-	0.130	無	無	良	0.18	本発明
17	0.06	0.44	0.58	0.043	0.001	0.33	0.002	0.26	0.46	0.17	0.02	-	-	0.01	-	0.143	無	無	良	0.19	本発明
18	0.06	0.36	0.37	0.046	0.001	0.27	0.001	0.20	0.43	0.10	0.03	0.03	0.001	-	-	0.132	無	無	良	0.22	本発明
19	0.07	0.43	0.36	0.049	0.002	0.35	0.001	0.33	0.51	0.29	0.02	-	0.001	0.02	-	0.154	無	無	良	0.25	本発明
20	0.06	0.39	0.36	0.051	0.003	0.40	0.006	0.34	0.57	0.33	0.03	0.04	-	-	0.51	0.180	無	無	良	0.17	本発明
21	0.07	0.36	0.29	0.045	0.002	0.21	0.007	0.37	0.61	0.39	0.02	-	-	0.01	0.44	0.181	無	無	良	0.19	本発明
22	0.06	0.33	0.34	0.040	0.002	0.28	0.004	0.35	0.55	0.28	0.03	0.02	0.001	-	0.32	0.166	無	無	良	0.23	本発明
23	0.07	0.37	0.33	0.043	0.001	0.35	0.003	0.31	0.44	0.27	0.02	-	0.002	0.02	0.39	0.177	無	無	良	0.36	本発明
24	0.06	0.24	0.43	0.044	0.002	0.31	0.002	0.32	0.48	0.30	0.02	0.01	0.002	0.01	0.21	0.160	無	無	良	0.37	本発明
25	0.07	0.64	1.08	0.042	0.002	0.29	0.002	0.36	1.22	0.40	-	-	-	-	-	0.231	無	無	良	0.22	本発明

- : 無添加又は分析限界未満の微量値

No.	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cu	Cr	Ni	Nb	V	B	Ti	Mo	Pcm	高温割れ 有/無	低温割れ 有/無	溶接作業性 良/不良	耐食速度 mm/年	備考
26	0.17	0.25	0.34	0.042	0.002	0.25	0.004	0.29	0.46	0.15	-	-	-	-	-	0.235	有	有	良	0.19	比較例
27	0.06	1.55	0.45	0.044	0.001	0.26	0.003	0.37	0.51	0.21	-	-	-	-	-	0.182	無	無	不良	0.21	比較例
28	0.03	0.06	3.50	0.040	0.002	0.34	0.003	0.11	0.32	0.06	-	-	-	-	-	0.230	有	有	良	0.39	比較例
29	0.06	0.30	1.02	0.032	0.002	0.36	0.005	0.34	0.49	0.26	-	-	-	-	-	0.167	無	無	良	0.76	比較例
30	0.08	0.27	0.53	0.154	0.001	0.35	0.002	0.36	0.48	0.27	-	-	-	-	-	0.162	有	無	良	0.14	比較例
31	0.07	0.31	0.48	0.042	0.001	0.08	0.004	0.31	0.44	0.22	-	-	-	-	-	0.146	無	無	良	0.71	比較例
32	0.05	0.35	0.46	0.041	0.002	0.91	0.001	0.32	0.38	0.15	-	-	-	-	-	0.122	無	無	不良	0.24	比較例
33	0.05	0.33	0.52	0.042	0.003	0.36	0.001	0.04	0.47	0.04	-	-	-	-	-	0.113	無	無	良	0.83	比較例
34	0.06	0.32	0.50	0.043	0.001	0.33	0.002	0.48	0.60	0.41	-	-	-	-	-	0.157	有	無	良	0.23	比較例
35	0.07	0.34	0.36	0.044	0.001	0.34	0.003	0.30	0.21	0.21	-	-	-	-	-	0.125	無	無	良	0.59	比較例
36	0.02	0.02	0.22	0.041	0.002	0.31	0.005	0.13	5.01	0.06	-	-	-	-	-	0.290	無	有	良	0.11	比較例
37	0.05	0.31	0.27	0.040	0.002	0.48	0.003	0.37	0.47	0.29	0.06	-	-	-	-	0.121	無	無	不良	0.20	比較例
38	0.05	0.24	0.24	0.045	0.002	0.45	0.001	0.40	0.49	0.27	-	0.20	-	-	-	0.139	無	無	不良	0.23	比較例
39	0.06	0.26	0.38	0.044	0.002	0.46	0.004	0.18	0.55	0.12	-	-	0.018	-	-	0.216	有	無	良	0.41	比較例
40	0.06	0.27	0.35	0.042	0.001	0.42	0.005	0.26	0.56	0.17	-	-	-	0.2	-	0.130	無	無	不良	0.22	比較例
41	0.06	0.30	0.34	0.043	0.002	0.40	0.003	0.33	0.50	0.24	-	-	-	-	0.8	0.186	無	無	不良	0.23	比較例
42	0.07	0.47	0.37	0.051	0.001	0.39	0.006	0.40	2.25	0.27	-	-	-	-	-	0.241	無	有	良	0.17	比較例
43	0.08	0.41	0.39	0.042	0.002	0.45	0.004	0.38	2.42	0.34	-	-	-	-	-	0.258	無	有	良	0.24	比較例
44	0.1	0.55	0.89	0.041	0.001	0.35	0.002	0.39	2.03	0.40	-	-	-	-	-	0.291	無	有	良	0.28	比較例

—：無添加又は分析限界未満の微量値

【0031】表1に示す本発明の鋼は、成分組成がすべて本発明の範囲にあるので、耐蝕性と耐溶接割れ性を兼ね備え且つ、溶接時の作業性も良好であり荷油タンク用鋼として塗装無しで、十分使用可能である。一方、表2に示す比較例の鋼では、C及びPcm値が高いNo. 2

6、Mn及びPcm値が高いNo. 28では高温割れ及び低温割れが発生しており、一方、Pが高いNo. 30、Cuが高いNo. 34、Bが高いNo. 39では高温割れが発生し、いずれも溶接性に問題が生じた。Siが高いNo. 27、Alが高いNo. 32、Nbが高い

No. 37、Vが高いNo. 38、Tiが高いNo. 40、Moが高いNo. 41では溶接作業性が顕著に低下した。Pcm値が上限をはずれたNo. 36、No. 42、No. 43、No. 44では低温割れが発生した。Pが低いNo. 29、Alが低いNo. 31、Cuが低いNo. 33、Crが低いNo. 35では溶接性は問題無かったが耐蝕性が著しく低下した。以上述べたように比較例の鋼では耐溶接割れ性、溶接作業性、耐蝕性のいずれかが十分でなく本発明の鋼が優れていることがわかる。

【0032】また、図1はPcm（溶接割れ感受性組成）値とJIS Z3158に規定される斜めY形溶接割れ試験結果との関係を示しており、試験結果は低温割れ*

*れ発生の有無で表示した。図示したようにPcm値を0.22以下におさえることにより低温割れが発生しないことがわかる。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、耐溶接割れ性、溶接作業性、耐蝕性のすべてに優れているので、荷油タンク上部構造体デッキプレートに塗装無しで使用することができ、又荷油タンク内部もしくは天井部柱、梁等の構造体として使用することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】Pcm値と斜めY形溶接割れ試験結果との関係を示す図。

【図1】

